



88/3

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

87 EP 0 358 524 B1

10 DE 689 15 658 T 2

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 02 B 1/04  
C 08 F 220/26  
C 08 F 212/10

DE 689 15 658 T 2

21	Deutsches Aktenzeichen:	689 15 658.8
86	Europäisches Aktenzeichen:	89 309 134.8
86	Europäischer Anmeldetag:	8. 9. 89
87	Erstveröffentlichung durch das EPA:	14. 3. 90
87	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	1. 6. 94
47	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	15. 9. 94

30 Unionspriorität: 32 33 31  
09.09.88 JP 224410/88 10.02.89 JP 29670/89

73 Patentinhaber:  
Nippon Shokubai Kagaku Kogyo Co., Ltd., Osaka, JP

74 Vertreter:  
Frhr. von Pechmann, E., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Behrens, D., Dr.-Ing.; Brandes, J., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat.; Goetz, R., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.;  
von Hellfeld, A., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte;  
Würtenberger, G., Rechtsanw.; Schmidt, S.,  
Dipl.-Ing. Univ.; Wibbelmann, J., Dipl.-Chem.Univ.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 81541 München

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT, BE, CH, DE, FR, GB, IT, LI, NL

72 Erfinder:  
Matsuda, Tatsuhito, Kobe-shi Hyogo-ken, JP; Funae,  
Yasuaki, Suita-shi Osaka-fu, JP; Yoshida, Masahiro,  
Toyonaka-shi Osaka-fu, JP; Yamamoto, Tetsuya,  
Suita-shi Osaka-fu, JP; Takaya, Tsuguo, Otsu-shi  
Shiga-ken, JP

54 Optisches Material, das ein Harz mit hohem Brechungsindex enthält.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 689 15 658 T 2

0 358 524

89 309 134.8

NIPPON SHOKUBAI KAGAKU KOGYO CO., LTD.

Die Erfindung betrifft ein optisches Material, das hergestellt ist aus einem farblosen, transparenten Harz mit einer niedrigen spezifischen Dichte, einer ausgezeichneten Schlagfestigkeit und einem hohen Brechungsindex.

Materialien, die angewandt werden, um optische Teile, wie Linsen, Prismen, optische Wellenleiter und Scheibensubstrate herzustellen, müssen farblos und transparent sein. Besonders im Falle von Linsen für Brillen dehnen transparente synthetische Harze ihren Anwendungsbereich als Materialien aus, die anorganische optische Materialien ersetzen, da sie leicht sind und ausgezeichnete Schlagfestigkeit, Verarbeitbarkeit und Färbbarkeit besitzen.

Verschiedene Charakteristika sind für transparente synthetische Harze als optische Materialien erforderlich. Von diesen ist der Brechungsindex ziemlich wichtig. Zum Beispiel können transparente synthetische Harze mit einem hohen Brechungsindex, wenn sie als Linsen verwendet werden, dünner gemacht werden als Materialien mit einem niedrigen Brechungsindex, um die gleiche Brennweite zu ergeben. Die Verwendung von dünnen Linsen trägt dazu bei, das Volumen eines Raums zu verringern, das von Linsen in optischen Vorrichtungen eingenommen wird, was vorteilhafterweise dazu führen kann, eine optische Apparatur leicht und klein zu machen. Es ist darüberhinaus günstig, daß die Schlagfestigkeit höher ist, um beständigere optische Materialien zu erhalten.

Ein Diethylenglykolbis(allylcarbonat)-Harz, ein Polymethylmethacrylat-Harz und ein Polycarbonat-Harz sind zur Zeit bekannt als Harze, die für Kunststofflinsen verwendet werden. Die Diethylenglykolbis(allylcarbonat)- und Polymethylmethacrylat-Harze besitzen jedoch niedrige Brechungsindizes von 1,49 bis 1,50. Wenn diese Harze daher zu Kunststofflinsen geformt werden, werden die Kantendicke und die Krümmung der Linse groß, verglichen mit denjenigen anorganischer optischer Glaslinsen. Das Polycarbonat-Harz besitzt einen hohen Brechungsindex von 1,58 bis 1,59, führt jedoch bei der Formung leicht zu Doppelbrechung und somit zu Nachteilen bezüglich der optischen Homogenität. Darüberhinaus schmelzen Polymethylmethacrylat- und Polycarbonat-Harze, da sie thermoplastische Harze mit nicht-vernetzten Strukturen sind, bei der Bearbeitung, wie Schneiden oder Schleifen. Sie sind nicht befriedigend als Materialien auf Gebieten, bei denen derartige Bearbeitungen erforderlich sind, z.B. als Materialien für Linsen in optischen Präzisionsgeräten, optischen Elementen oder Augenlinsen.

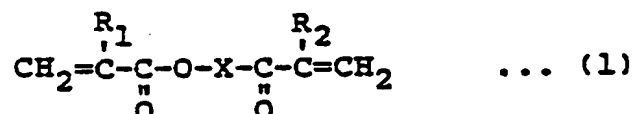
Um die obigen Nachteile der thermoplastischen Harze zu überwinden, ist ein Verfahren bekannt, das Harze bildet mit einer vernetzten Struktur unter Verwendung von Ethylenglykoldimethacrylat als Vernetzungsmittel (JP-OS 64691/1974). Das unter Verwendung von Ethylenglykolmethacrylat erhaltene Harz besitzt jedoch eine geringe Schlagfestigkeit.

Die JP-OS 34102/1987 beschreibt ein Beispiel unter Verwendung von Styrolderivaten mit einem Halogen-substituierten aromatischen Ring als eine Komponente mit einem hohen Brechungsindex. Es besitzt jedoch trotzdem die Nachteile, daß die spezifische Dichte eines optischen Materials hoch wird und die Lichtbeständigkeit gering.

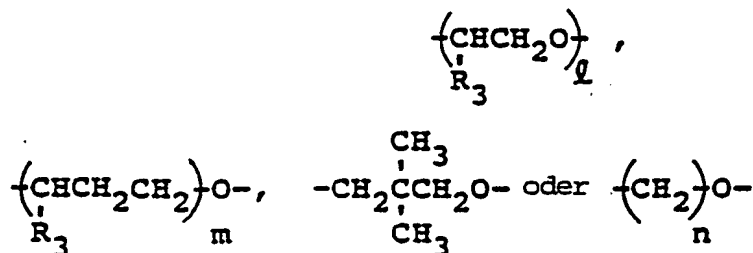
Es ist ein Ziel der Erfindung, ein optisches Material zu entwickeln mit einem hohen Brechungsindex, das hergestellt worden

ist aus einem farblosen transparenten Harz mit einer ausgezeichneten Wärmebeständigkeit, einer ausgezeichneten Schlagfestigkeit, einer geringen spezifischen Dichte, einer geringen Dispergierbarkeit, bzw. Streuung und einem hohen Brechungsindex.

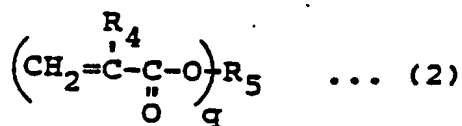
Die Erfinder der vorliegenden Anmeldung haben intensive Untersuchungen durchgeführt und dabei gefunden, daß ein Harz, das erhalten worden ist durch Polymerisieren eines Monomer-Gemisches mit einer speziellen Zusammensetzung in Gegenwart von radikalischen Polymerisationsinitiatoren, ein optisches Material ergibt, das das obige Ziel der Erfindung erfüllt. Die Erfindung betrifft daher ein optisches Material, das hergestellt worden ist unter Verwendung eines Harzes mit einer geringen spezifischen Dichte, einer ausgezeichneten Schlagfestigkeit und einem hohen Brechungsindex und das erhalten worden ist durch radikalisches Polymerisieren eines polymerisierbaren Monomer-Gemisches, bestehend im wesentlichen aus [I] mindestens einem polymerisierbaren Monomer, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus polyfunktionellen (Meth)acrylaten, angegeben durch die Formeln (1) und (2)



wobei  $\text{R}_1$  und  $\text{R}_2$  unabhängig voneinander H oder  $\text{CH}_3$  bedeuten und X



ist, wobei  $R_3$  H,  $\text{CH}_3$  oder OH bedeutet, und m ganze Zahlen von 2 bis 14 bedeuten und n eine ganze Zahl von 4 bis 14 ist, und



wobei  $R_4$  H oder  $\text{CH}_3$  bedeutet,  $R_5$  eine gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffgruppe mit einer Wertigkeit q bedeutet, die einen Ether, einen Alkohol oder einen Ester umfassen kann, und q eine ganze Zahl von 2 bis 6 ist, [II] mindestens einem Monomer, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Styrol und  $\alpha$ -Methylstyrol und [III] mindestens einem polymerisierbaren Monomer, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus ungesättigten Nitrilen.

Das gemäß der Erfindung verwendete polymerisierbare Monomer [I] ist nicht speziell begrenzt, wenn es ein Monomer ist, angegeben durch Formeln (1) oder (2). Beispiele für das polymerisierbare Monomer [I] sind Diethylenglykoldi(meth)acrylat, Triethylenglykoldi(meth)acrylat, Tetraethylenglykoldi(meth)acrylat, Nonaethylenglykoldi(meth)acrylat, Tetradecaethylenglykoldi(meth)acrylat, Dipropylenglykoldi(meth)acrylat, Nonapropylenglykoldi(meth)acrylat, Butandioldi(meth)acrylat, Pentandioldi(meth)acrylat, Neopentylglykoldi(meth)acrylat, Hexandioltri(meth)acrylat, Dodecandioldi(meth)acrylat, Trimethylolpro-pandi(meth)acrylat, Pentaerythrittetra(meth)acrylat, Pentaerythrittri(meth)acrylat, Dipentaerythrithexa(meth)acrylat, Dipentaerythrittri(meth)acrylat und Trimethylol-ethantri(meth)acrylat. Sie können entweder allein oder in Kombination verwendet werden.

Beispiele für das polymerisierbare Monomer [II] das erfindungsgemäß angewandt wird, sind Styrol und  $\alpha$ -Methylstyrol. Sie können entweder allein oder in Kombination angewendet werden.

Beispiele für das polymerisierbare Monomer [III], das erfindungsgemäß verwendet wird, sind Acrylnitril und Methacrylnitril. Sie können entweder allein oder in Kombination verwendet werden.

Das polymerisierbare Monomer-Gemisch, das angewandt wird, um das Harz mit dem hohen Brechungsindex herzustellen, kann ein Gemisch sein, bestehend aus den polymerisierbaren Monomeren [I], [II] und [III] oder ein Gemisch, das ferner das andere polymerisierbare Monomer [IV] als copolymerisierbare Komponente enthält, um (dem Harz) andere Eigenschaften zu verleihen, soweit dies erforderlich ist. Das andere polymerisierbare Monomer [IV] ist nicht besonders begrenzt, wenn es radikalisch copolymerisierbar ist mit den polymerisierbaren Monomeren [I], [II] und/oder [III]. Monofunktionelle Monomere, die nicht den polymerisierbaren Monomeren [II] und [III] entsprechen, polyfunktionelle Monomere, die nicht dem polymerisierbarem Monomer [I] entsprechen und polymerisierbare hochmolekulare Verbindungen, die im allgemeinen als reaktionsfähige Oligomere bezeichnet werden, sind verfügbar. Beispiele für das polymerisierbare Monomer [IV] sind monofunktionelle oder polyfunktionelle (Meth)-acrylsäureester, wie Methylmethacrylat, Butylmethacrylat, Cyclohexylmethacrylat, 4-tert-Butylcyclohexylmethacrylat, 2,3-Dibrompropylmethacrylat, Phenyl(meth)acrylat, Benzyl(meth)acrylat, 2-Methacryloyloxymethylthiophen, 3-Methacryloyloxymethylthiophen, 2-(2-Methacryloyloxyethyl)thiophen, 2-Tricyclo-[5,2,1,0<sup>2,6</sup>]-3-decenyloxyethylmethacrylat, Methyl-2-chloracrylat, Methyl-2-bromacrylat, Cyclohexyl-2-chloracrylat, Cyclohexyl-2-bromacrylat, 2-Tricyclo-[5,2,1,0<sup>2,6</sup>]-3-decenyloxyethyl-2-chloracrylat und Ethylenglykoldi(meth)acrylat; (Meth)allylester, wie (Meth)allylbenzoat und Di(meth)allylphthalat; Allylcarbonate, wie Diethylenglykolbis(allylcarbonat) und 2,2-Bis(4-allyloxy-carbonyloxyethoxy-3,5-dibromphenyl)propan; Allylether, wie 2,2-Bis(4-allyloxy-3,5-dibromphenyl)propan und reaktionsfähige

Oligomere, wie Epoxy(meth)acrylate, Polyester(meth)acrylate und Urethan(meth)acrylate.

Gemäß der Erfindung verleiht das polymerisierbare Monomer [I] einem Harz mit einem hohen Brechungsindex eine vernetzte Struktur und wird daher angewandt, um ein optisches Material zu erhalten, das eine ausgezeichnete Wärmebeständigkeit und einen hohen Brechungsindex besitzt, das beim Bearbeiten, wie Schneiden oder Schleifen, weniger leicht schmilzt oder einen Block bildet und das nicht dazu führt, daß ein Harzbestandteil an den Bearbeitungswerkzeugen hängen bleibt. Damit derartige Charakteristika entwickelt werden, beträgt die Menge an polymerisierbarem Monomer [I] 5 bis 94,5 Gew.-%, vorzugsweise 10 bis 90 Gew.-%, bezogen auf das polymerisierbare Monomer-Gemisch. Wenn die Menge weniger als 5 Gew.-% ist, wird die Vernetzungsdichte gering und die Wärmebeständigkeit, Verarbeitbarkeit durch Schneiden, Verarbeitbarkeit durch Schleifen und Schlagfestigkeit werden weniger verbessert. Wenn die Menge 94,5 Gew.-% übersteigt, wird der Brechungsindex des erhaltenen Harzes niedrig.

Das polymerisierbare Monomer [II] wird angewandt, um dem erhaltenen Harz einen hohen Brechungsindex zu verleihen. Zu diesem Zweck ist die Menge an polymerisierbarem Monomer [II] 5 bis 94,5 Gew.-%, vorzugsweise 10 bis 90 Gew.-%, bezogen auf das polymerisierbare Monomer-Gemisch. Wenn die Menge weniger als 5 Gew.-% beträgt, trägt sie wenig zu einer Änderung des Brechungsindex des erhaltenen Harzes bei. Wenn die Menge 94,5 Gew.-% übersteigt, wird die Vernetzungsdichte gering und die Wärmebeständigkeit, Verarbeitbarkeit durch Schneiden, Verarbeitbarkeit durch Schleifen und Schlagfestigkeit werden weniger verbessert.

Das polymerisierbare Monomer [III] wird angewandt, um die Schlagfestigkeit des erhaltenen Harzes mit einem hohen Brechungsindex wesentlich zu verbessern. Zu diesem Zweck beträgt

die Menge an polymerisierbarem Monomer [III] 0,5 bis 40 Gew.-%, vorzugsweise 2 bis 30 Gew.-%, bezogen auf das polymerisierbare Monomer-Gemisch. Wenn die Menge weniger als 0,5 Gew.-% beträgt, wird die Schlagfestigkeit des erhaltenen Harzes mit hohem Brechungsindex gering. Wenn die Menge 40 Gew.-% übersteigt, wird die Wärmebeständigkeit des erhaltenen Harzes gering.

Das polymerisierbare Monomer [IV] wird angewandt, um dem erhaltenen Harz mit einem hohen Brechungsindex verschiedene andere Eigenschaften zu verleihen als die oben erwähnten. Zum Beispiel ersetzen (Meth)acrylsäureester die polymerisierbaren Monomere [I] und [II] (teilweise), um gegebenenfalls den Brechungsindex, die Wärmebeständigkeit, die Verarbeitbarkeit des erhaltenen Harzes mit hohem Brechungsindex einzustellen. Ihre Mengen betragen vorzugsweise 1 bis 50 Gew.-%, bezogen auf das polymerisierbare Monomer-Gemisch. Darüberhinaus sind (Meth)-allylester, Allylcarbonate und Allylether geeignet, um die Polymerisationsreaktion zu steuern und besonders zur Erhöhung der Ausbeute durch Gießpolymerisation. Ihre Mengen betragen vorzugsweise 0,1 bis 30 Gew.-%, insbesondere 0,5 bis 20 Gew.-%, bezogen auf das polymerisierbare Monomer-Gemisch. Die reaktionsfähigen Oligomere, wie Epoxy(meth)acrylate, Polyester(meth)acrylate und Urethan(meth)acrylate, sind wirksam zur Verhinderung der Schrumpfung bei der Polymerisation und Verbesserung der Ausbeuten bei der Herstellung durch Gießpolymerisation. Ihre Mengen betragen vorzugsweise 1 bis 50 Gew.-%, insbesondere 5 bis 40 Gew.-%, bezogen auf das polymerisierbare Monomer-Gemisch.

Das Harz mit dem hohen Brechungsindex, das das optische Material nach der Erfindung bildet, wird hergestellt durch radikalisches Polymerisieren des polymerisierbaren Monomer-Gemisches, bestehend im wesentlichen aus den polymerisierbaren Monomeren [I], [II] und [III] und enthaltend gegebenenfalls das polymerisierbare Monomer [IV]. Das Verfahren der radikalischen



Polymerisation ist nicht besonders begrenzt und ein bekanntes Verfahren wurde bisher angewandt. Konkrete Beispiele dafür sind:

- 1) ein Verfahren der Wärmepolymerisation des polymerisierbaren Monomer-Gemisches in Gegenwart von radikalischen Polymerisationsinitiatoren,
- 2) ein Verfahren der UV-Polymerisation des polymerisierbaren Monomer-Gemisches in Gegenwart eines Photosensibilisators und
- 3) ein Verfahren der Elektronenstrahl-Polymerisation der polymerisierbaren Monomere.

Das Verfahren 1) ist das am häufigsten angewandte Verfahren, bei dem die Vorrichtung einfach ist und der radikalische Polymerisationsinitiator ebenfalls verhältnismäßig billig.

Der Verfahren 2) kann die Härtungsgeschwindigkeit erhöhen und die Polymerisationszeit verkürzen.

Das Verfahren 3) erlaubt die Polymerisation in Abwesenheit eines radikalischen Polymerisationsinitiators oder des Photosensibilisators, wodurch es möglich wird, daß weniger Verunreinigungen in das Harz mit einem hohen Brechungsindex eingemischt werden.

Das Verfahren 1) ist nicht speziell begrenzt und bisher bekannte Verfahren, wie Massenvpolymerisation, Lösungspolymerisation oder Suspensionspolymerisation stehen zur Verfügung. Von diesen Verfahren ist die Massenvpolymerisation bevorzugt zur Herstellung von Linsen, da eine erwünschte Form erhalten wird durch Gießpolymerisation während der Polymerisation. Zum Beispiel wird das polymerisierbare Monomer-Gemisch, enthaltend den radikalischen Polymerisationsinitiator, in eine Glasform

gegossen und die Temperatur wird nach und nach von 30 bis 60°C erhöht, um die Polymerisation durchzuführen. Wenn die Art und die Menge des Polymerisationsinitiators entsprechend ausgewählt werden, kann das Harz mit einem hohen Brechungsindex auch erhalten werden durch ein Spritzgußverfahren (RIM-Verfahren). Bei den anderen Verfahren als der Gießpolymerisation ist eine Stufe der Formung des polymerisierten Produktes zu der gewünschten Form erforderlich. Beispiele für den radikalischen Polymerisationsinitiator, der für die Polymerisation zur Verfügung steht, sind Benzoylperoxid, Acetylperoxid, Di-tert-butylperoxid, Diisopropylperoxydicarbonat und tert-Butylperoxy-2-ethylhexanoat und Azo-Verbindungen, wie 2,2'-Azobisisobutyronitril, 2,2'-Azobis(2,4-dimethylpivalonitril) und 1,1'-Azobis(cyclohexan-1-carbonitril). Sie können entweder allein oder in Kombination verwendet werden. Die Menge an radikalischem Polymerisationsinitiator beträgt üblicherweise 0,01 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 0,05 bis 5 Gew.-%, bezogen auf das polymerisierbare Monomer-Gemisch. Ein Beschleuniger kann, soweit erforderlich, verwendet werden.

Da die Polymerisationsbedingungen von den Arten und dem Mischverhältnis der polymerisierbaren Monomere und der Art des Polymerisationsinitiators beeinflusst werden, können sie nicht vorbehaltlos begrenzt werden. Allgemein ist ein Polymerisationsverfahren vorteilhaft, bei dem die Polymerisation bei verhältnismäßig niedriger Temperatur beginnt, die Temperatur langsam erhöht wird und eine Nachpolymerisation bei einer hohen Temperatur zur Härtung durchgeführt wird, nachdem die Polymerisation beendet ist. Da die Polymerisationszeit mit verschiedenen Bedingungen variiert, ist es günstig, vorher eine optimale Zeit zu bestimmen, die den Bedingungen entspricht. Es ist allgemein vorteilhaft, die Bedingungen so zu wählen, daß die Polymerisation innerhalb von 2 bis 40 Stunden vollständig ist. Bei den Verfahren 2) und 3) ist es günstig, eine Massopolymerisation durch Gießen anzuwenden. Zum Beispiel wird bei dem Verfahren 2) das polymerisierbare Monomer-Gemisch mit dem

Photosensibilisator vermischt und bei dem Verfahren 3) kann das polymerisierbare Monomer-Gemisch leicht zu dem Harz mit dem hohen Brechungsindex geformt werden durch Bestrahlen als solches mit UV-Strahlen oder Elektronenstrahlen. Bei dieser Gelegenheit sind Beispiele für den Photosensibilisator, die für das Verfahren 2) zur Verfügung stehen, Benzoin, Benzoinmethylether, Benzoinethylether, Benzoinisopropylether, 2-Hydroxy-2-benzoylpropan, Benzyl dimethylketal, Azobisisobutyronitril und Thioxanthon. Sie können entweder allein oder in Kombination verwendet werden. Die Menge an dem Photosensibilisator beträgt üblicherweise 0,01 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 0,05 bis 8 Gew.-%, bezogen auf das polymerisierbare Monomer-Gemisch.

Welches der Verfahren 1) bis 3) für die Erfindung ausgewählt wird, kann bestimmt werden, abhängig von der erforderlichen Wirksamkeit, bzw. Anwendung des Harzes mit hohem Brechungsindex. Eine Kombination der Verfahren ist ebenfalls möglich.

Das optische Material nach der Erfindung kann auch bekannte Additive, wie ein UV-Absorptionsmittel, ein Antioxidans, einen Tropfhemmer und ein Färbemittel enthalten. Diese Additive können vorher mit dem polymerisierbaren Monomer-Gemisch vor der Polymerisation vermischt werden oder mit dem Harz mit dem hohen Brechungsindex nach der Polymerisation nach einem bekannten Verfahren.

Das optische Material nach der Erfindung wird hergestellt unter Verwendung eines Harzes mit einem hohen Brechungsindex, das auf die folgende Weise hergestellt wird. Zum Beispiel kann ein Harz, das erhalten worden ist durch Gießpolymerisation, zu einem optischen Material nach der Erfindung entweder direkt oder durch Anwendung einer entsprechenden Behandlung auf die Oberfläche gebildet werden. Ein Harz, das nach den anderen Verfahren erhalten worden ist, kann zu einem optischen Material nach der Erfindung geformt werden, indem es in eine geeig-

nete Form gebracht wird, und soweit erforderlich, einer weiteren geeigneten Oberflächenbehandlung unterworfen wird.

Da die optischen Materialien nach der Erfindung aus den obigen Harzen hergestellt werden, sind sie leicht, farblos und transparent und besitzen einen hohen Brechungsindex, eine ausgezeichnete Wärmebeständigkeit und eine ausgezeichnete Verarbeitbarkeit. Folglich sind sie geeignet z.B. als Linsen, Prismen, optische Fasern, optische Wellenleiter, optische Scheiben und Filme, bzw. Folien.

Die folgenden Beispiele und Vergleichsbeispiele erläutern die Erfindung speziell. Die Verfahren zur Bewertung der Eigenschaften in den Beispielen sind wie folgt.

#### [Farblosigkeit und Transparenz]

Der Grad der Färbung eines 1,5 mm dicken folienartigen Polymers, das erhalten ist durch Gießpolymerisation, wurde durch visuelle Beobachtung mit dem bloßen Auge bewertet.

#### [Brechungsindex und Abbe-Zahl]

Ein kleines Stück eines 1,5 mm dicken folienartigen Polymers, das durch Gießpolymerisation erhalten worden war, wurde auf den Brechungsindex mit Hilfe eines Abbe-Refraktormeters untersucht und eine Abbe-Zahl aus einer Streuungstabelle entnommen.

#### [Gesamte Lichtdurchlässigkeit]

Ein 1,5 mm dickes folienartiges Polymer, das erhalten worden war durch Gießpolymerisation, wurde auf die gesamte Lichtdurchlässigkeit mit Hilfe eines Trübungsmessers untersucht.

### [Verarbeitbarkeit beim Schneiden]

Ein 1,5 mm dickes folienartiges Polymer, das erhalten worden war durch Gießpolymerisation, wurde mit einem Diamantschneider geschnitten und Schäden, wie ein Riß, ein Sprung und ein Schmelzen der Schnittoberfläche, die zu diesem Zeitpunkt auftraten, wurden beobachtet. Ein Polymer, dessen Schnittfläche vollständig frei von solchen Mängeln war, wurde durch das Zeichen ○ gekennzeichnet.

### [Wärmebeständigkeit]

Ein 1,5 mm dickes folienartiges Polymer, das erhalten worden war durch Gießpolymerisation, wurde in einen Heißlufttrockner von 100°C 3 Stunden eingebracht und die Deformation des Polymers, wie ein Verwerfen, das zu diesem Zeitpunkt auftrat, wurde beobachtet. Das Polymer, das gar nicht verformt war, wurde durch das Zeichen ○ gekennzeichnet.

### [Bleistifthärte]

Messung gemäß JIS K5400.

### [Schlagfestigkeit (Linse)]

Die Bewertung wurde entsprechend ASTM F659 durchgeführt. Dabei wurde eine Stahlkugel mit einem Gewicht von W g auf eine Linse mit einer Dicke von Tc mm in der Mitte aus einer Höhe H cm fallengelassen und eine nicht zerbrochene Linse als W(g) x H(cm)/Tc(mm) bezeichnet.

### [Färbbarkeit]

Eine Linse wurde in heißes Wasser (über 85°C), enthaltend einen Dispersionsfarbstoff (Dispersbraun) und einen Träger, 10 Minuten eingetaucht, und der gefärbte Zustand der Linse beobachtet. Die Linse, die ohne Farbtonabstufung (color shade) gefärbt werden konnte, wurde durch das Zeichen ○ bezeichnet.

### [Aussehen]

Der Farbton, die Transparenz und der optische Zustand der Oberfläche wurde mit dem bloßen Auge bewertet. Das Polymer, das farblos und transparent war und eine gute Oberfläche besaß, wurde als "gut" bezeichnet.

### Beispiel 1

Ein Gemisch aus 50 Gew.-Teilen Tetraethylenglykoldimethacrylat, 40 Gew.-Teilen Styrol, 10 Gew.-Teilen Acrylnitril, 0,1 Gew.-Teil 2,2'-Azobis(2,4-dimethylvaleronitril) und 0,1 Gew.-Teil 2-(2-Hydroxy-5-methylphenyl)benzotriazol wurde in eine Form gegossen, bestehend aus zwei Glasplatten und einer Maske aus Silikonkautschuk, 6 Stunden bei 50°C gehalten und dann 16 Stunden auf 110°C erwärmt, um die Polymerisation durchzuführen. Die Substanz wurde weiter 2 Stunden bei 110°C gehalten, um die Nachpolymerisation durchzuführen. Das erhaltene Harz [1] mit einem hohen Brechungsindex war farblos und transparent. Die Eigenschaften als optisches Material des Harzes mit dem hohen Brechungsindex sind in Tabelle 1 angegeben.

### Beispiel 2

Beispiel 1 wurde angewandt, mit der Ausnahme, daß 0,2 Gew.-Teile Diisopropylperoxydicarbonat anstelle von 2,2'-Azo-bis(2,4-dimethylvaleronitril) verwendet wurden. Das erhaltene Harz [2] mit einem hohen Brechungsindex war farblos und transparent. Die Eigenschaften als optisches Material des Harzes mit dem hohen Brechungsindex sind in Tabelle 1 angegeben.

### Beispiel 3

Ein Gemisch aus 50 Gew.-Teilen Tetraethylenglykoldimethacrylat, 40 Gew.-Teilen Sytrol, 10 Gew.-Teilen Acrylnitril und 2,0 Gew.-Teilen Benzoinisopropylether wurde in eine Form gegossen, bestehend aus zwei Glasplatten und einer Maske aus Siliconkautschuk. Beide Oberflächen des Inhalts wurden mit UV-Strahlung aus einem Abstand von 10 cm, insgesamt 120 Sekunden bestrahlt, unter Verwendung einer 3 KW Hochdruck-Quecksilberlampe mit einer Lampenausgangsleistung von 80 W/cm. Anschließend wurde der Inhalt 2 Stunden auf 100°C erhitzt für die Polymerisation. Das erhaltene Harz [3] mit einem hohen Brechungsindex war farblos und transparent. Die Eigenschaften als optisches Material des erhaltenen Harzes [3] mit dem hohen Brechungsindex sind in Tabelle 1 angegeben.

### Beispiele 4 bis 7

Harze [4] bis [7] mit hohen Brechungsindices wurden auf die gleiche Weise wie in Beispiel 1 erhalten, mit der Ausnahme, daß das polymerisierbare Monomer-Gemisch wie in Tabelle 1 angegeben verändert wurde. Die Eigenschaften als optische Materialien sind in Tabelle 1 angegeben.

### Vergleichsbeispiel 1

Ein Gemisch aus 100 Gew.-Teilen Diethylenglykolbis(allylcarbonat) und 2,5 Gew.-Teilen Diisopropylperoxydicarbonat wurde in eine Form gegossen, bestehend aus zwei Glasplatten und einer Maske aus Siliconkautschuk und wurde 1 Stunde bei 40°C, 1 Stunde bei 45°C, 1 Stunde bei 50°C, 16 Stunden bei 60°C, 2 Stunden bei 90°C und 2 Stunden bei 110°C polymerisiert. Das erhaltene Vergleichsharz 1 war farblos und transparent. Die Eigenschaften als optisches Material des Vergleichsharzes [1] sind in Tabelle 1 angegeben.

### Vergleichsbeispiel 2

Ein Gemisch aus 100 Gew.-Teilen Methylmethacrylat und 0,5 Gew.-Teilen 2,2'-Azobis(2,4-dimethylvaleronitril) wurde in eine Form gegossen, bestehend aus zwei Glasplatten und einer Maske aus Siliconkautschuk und wurde 6 Stunden bei 50°C, 16 Stunden bei 60°C und 2 Stunden bei 90°C polymerisiert. Das erhaltene Vergleichsharz [2] war farblos und transparent. Die Eigenschaften als optisches Material des Vergleichsharzes [2] sind in Tabelle 1 angegeben.

### Vergleichsbeispiele 3 bis 4

Vergleichsharze [3] und [4] wurden wie in Beispiel 1 hergestellt, mit der Ausnahme, daß das polymerisierbare Monomer-Gemisch, wie in Tabelle 1 angegeben, verändert wurde. Ihre Eigenschaften als optische Materialien sind in Tabelle 1 angegeben.



### Beispiel 8

Ein Gemisch aus 50 Gew.-Teilen Dipropylenglykoldimethacrylat, 40 Gew.-Teilen Styrol, 10 Gew.-Teilen Acrylnitril, 0,1 Gew.-Teil 2,2'-Azobis(2,4-dimethylvaleronitril) und 0,1 Gew.-Teil 2-(2-Hydroxy-5-methylphenyl)benzotriazol wurden in eine Form gegossen, bestehend aus zwei Glasplatten und einer Maske aus Siliconkautschuk, 6 Stunden bei 50°C gehalten und dann 16 Stunden auf 110°C erhitzt, um die Polymerisation durchzuführen. Der Inhalt wurde weitere 2 Stunden auf 110°C gehalten, um eine Nachpolymerisation durchzuführen. Das erhaltene Harz [8] mit einem hohen Brechungsindex war farblos und transparent. Die Eigenschaften als optisches Material dieses Harz mit einem hohen Brechungsindex sind in Tabelle 2 angegeben.

### Beispiel 9 bis 13

Harze [9] bis [13] mit hohen Brechungsindices wurden wie in Beispiel 8 hergestellt, mit der Ausnahme, daß das polymerisierbare Monomer-Gemisch wie in Tabelle 2 angegeben, verändert wurde. Ihre Eigenschaften als optische Materialien sind in Tabelle 2 angegeben.

### Beispiel 14

Ein Gemisch aus 50 Gew.-Teilen Trimethylolpropantrimethacrylat, 40 Gew.-Teilen Styrol, 10 Gew.-Teilen Acrylnitril, 0,1 Gew.-Teil 2,2'-Azobis(2,4-dimethylvaleronitril) und 0,1 Gew.-Teil 2-(2-Hydroxy-5-methylphenyl)benzotriazol wurden in eine Form gegossen, bestehend aus zwei Glasplatten und einer Maske aus Siliconkautschuk, 6 Stunden bei 50°C gehalten und dann 16 Stunden auf 110°C erhitzt, um die Polymerisation durchzuführen. Der Inhalt wurde weitere 2 Stunden bei 110°C gehalten, um eine Nachpolymerisation durchzuführen. Das erhaltene Harz [14]

mit einem hohen Brechungsindex war farblos und transparent. Die Eigenschaften als optisches Material des Harzes mit einem hohen Brechungsindex sind in Tabelle 2 angegeben.

#### Beispiele 15 bis 17

Harze [15] bis [17] mit hohen Brechungsindices wurden wie in Beispiel 14 hergestellt, mit der Ausnahme, daß das polymerisierbare Monomer-Gemisch wie in Tabelle 2 gezeigt, verändert wurde. Ihre Eigenschaften als optische Materialien sind in Tabelle 2 angegeben.

#### Beispiel 8

Ein Gemisch aus 30 Gew.-Teilen Tetraethylenglykoldimethacrylat, 10 Gew.-Teilen Trimethylolpropantrimethacrylat, 50 Gew.-Teilen Styrol, 10 Gew.-Teilen Acrylnitril, 0,1 Gew.-Teil 2,2'-Azobis(2,4-dimethylvaleronitril) und 0,1 Gew.-Teil 2-(2-Hydroxy-5-methylphenyl)benzotriazol wurden in eine Form gegossen, bestehend aus zwei Glasplatten und einer Maske aus Silikonkautschuk, 6 Stunden bei 50°C gehalten und dann 16 Stunden auf 110°C erhitzt, um die Polymerisation durchzuführen. Der Inhalt wurde weitere 2 Stunden auf 110°C gehalten, um die Nachpolymerisation durchzuführen. Das erhaltene Harz [18] mit einem hohen Brechungsindex war farblos und transparent. Die Eigenschaften als optisches Material dieses Harz mit dem hohen Brechungsindex sind in Tabelle 2 angegeben.

#### Beispiele 19 bis 26

Harze [19] bis [26] mit hohen Brechungsindices wurden wie in Beispiel 18 hergestellt, mit der Ausnahme, daß das polymerisierbare Monomer-Gemisch wie in Tabelle 3 angegeben, verändert

wurde. Ihre Eigenschaften als optische Materialien sind in Tabelle 3 angegeben.

### Beispiel 27

Zu einem Gemisch aus 36 Gew.-Teilen Tetraethylenglykoldimethacrylat, 9 Gew.-Teilen 1,3-Butandioldimethacrylat, 46 Gew.-Teilen Styrol, 9 Gew.-Teilen Acrylnitril, 0,1 Gew.-Teil 2-(2-Hydroxy-5-methylphenyl)benzotriazol und 0,1 Gew.-Teil 4-Methacryloyloxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidin wurden 0,2 Gew.-Teile Lauroylperoxid und 0,3 Gew.-Teile tert-Butylperoxy-2-ethylhexanoat gegeben. Das erhaltene Gemisch wurde in einen Raum gegossen, der gebildet worden war durch eine Glasform mit einem Innendurchmesser von 75 mm und ausgebildet war zur Bildung einer Linse von -3,00 Dioptrien und einer weichen Polyvinylchlorid-Maske.

Der Inhalt wurde in einem Gefäß mit konstanter Temperatur 4 Stunden bei 50°C gehalten und dann nach und nach 15 Stunden auf 120°C erwärmt und weitere 30 Minuten bei 120°C gehalten, um die Gießpolymerisation durchzuführen.

Anschließend wurden die Glasform und die Maske von dem polymerisierten Produkt entfernt und ergaben eine Linse [1] mit einem Durchmesser von 75 mm und -3,00 Dioptrien. Der Zustand der optischen Oberfläche der Linse [1] war gut und die Eigenschaften der Linse waren ausgezeichnet, wie in Tabelle 4 gezeigt.

### Beispiele 28 und 32

Linse [2] bis [6] wurden wie in Beispiel 27 erhalten, mit der Ausnahme, daß das Gemisch, umfassend das polymerisierbare Monomer-Gemisch und den Polymerisationsinitiator, wie in Tabelle

4 gezeigt, verändert wurde. Die Eigenschaften dieser Linsen waren ausgezeichnet, wie in Tabelle 4 gezeigt.

#### Vergleichsbeispiele 5 bis 8

Linsen [7] bis [10] wurden wie in Beispiel 27 erhalten, mit der Ausnahme, daß das Gemisch umfassend das polymerisierbare Monomer-Gemisch und den Polymerisationsinitiator, wie in Tabelle 4 angegeben, verändert wurde. Die Eigenschaften dieser Linsen waren nicht befriedigend, wie in Tabelle 4 gezeigt.

Die Bedeutungen der in den Tabellen 1 bis 4 angewandeten Abkürzungen sind wie folgt:

EG	: Ethylenglykoldimethacrylat
2EG	: Diethylenglykoldimethacrylat
3EG	: Triethylenglykoldimethacrylat
4EG	: Tetraethylenglykoldimethacrylat
4EG'	: Tetraethylenglykoldiacrylat
2PG	: Dipropylenglykoldimethacrylat
BM	: Butylenglykoldimethacrylat
PM	: Pentandioldimethacrylat
HM	: Hexandioldimethacrylat
TMTM	: Trimethylolpropantrimethacrylat
PETM	: Pentaerythrittrimethacrylat
2PETM	: Dipentaerythrittrimethacrylat
BG	: 1,3-Butandioldimethacrylat
ST	: Styrol
$\alpha$ -St	: $\alpha$ -Methylstyrol
AN	: Acrylnitril
ADC	: Diethylenglykolbis(allylcarbonat)
MMA	: Methylmethacrylat
BzMA	: Benzylmethacrylat
PUMA	: Polyurethanmethacrylat (UA-101H: Handelsname für ein Produkt von Kyoei Sha)

V-65 : 2,2'-Azobis(2,4-dimethylvaleronitril)  
V-60 : 2,2'-Azobisisobutyronitril  
IPP : Diisopropylperoxydicarbonat  
BIE : Benzoinisopropylether  
LPO : Lauroylperoxid  
BEH : tert-Butylperoxy-2-ethylhexanoat  
HMPBT : 2-(2-Hydroxy-5-methylphenyl)benzotriazol  
MMP : 4-Methacryloyloxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidin

Tabelle 1

Bei- spiel	Polymerisierbares Monomer-Gemisch				Polymeri- sations- initiator (Gew.-Teile)	Additiv (Gew.- Teile)	Aus- sehen	Brechungs- index	Abbe- zahl	Gesamte Licht- durch- lässig- keit (%)	Bearbeit- barkeit beim Schneiden	Härte- beständig- keit
	Polymeri- sierbares Monomer [I] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [II] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [III] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [IV] (Gew.- Teile)								
1	4EG(50)	St (40)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	farblos transpa- rent	1,543	46,7	90	○	○
2	4EG(50)	St (40)	AN (10)	-	IPP(0,2)	HMPBT (0,1)	"	1,543	46,7	90	○	○
3	4EG(50)	St (40)	AN (10)	-	BIE(2,0)	HMPBT (0,1)	"	1,543	46,7	90	○	○
4	3EG(50)	St (40)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,550	43,1	91	○	○
5	3EG(40)	St (40)	AN (10)	BzMA(10)	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,549	41,0	91	○	○
6	4EG(40)	α-St(40)	AN (20)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,540	41,6	90	○	○
7	2EG(40)	St (50)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,550	43,1	90	○	○
Vgl.- Beisp.	-	-	-	ADC(100)	IPP(2,5)	-	"	1,498	58,8	91	○	○
2	-	-	-	MMA(100)	V-65(0,5)	-	"	1,491	57,8	91	ge- schmolzen	ver- formt
3	4EG(80)	-	AN (20)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,509	51,8	90	○	○
4	-	St (80)	AN (20)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,577	33,4	90	ge- schmolzen	ver- formt

Tabelle 2

Bei- spiel	Polymerisierbares Monomer-Gemisch				Polymeri- sations- initiator (Gew.- Teile)	Additiv (Gew.- Teile)	Aus- sehen	Brechungs- index	Abbe- Zahl	Gesamt- Licht- durch- lässig- keit (%)	Bearbeit- barkeit beim Schneiden	Wärme- beständig- keit
	Polymeri- sierbares Monomer [I] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [II] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [III] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [IV] (Gew.- Teile)								
8	2PG(50)	St (40)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	farblos transpa- rent	1,538	46,7	90	○	○
9	2PG(40)	St (50)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,547	40,3	90	○	○
10	PM (45)	St (45)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,543	41,3	90	○	○
11	HM (40)	St (55)	AN (5)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,551	39,7	90	○	○
12	BM (40)	St (50)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,547	40,3	90	○	○
13	2PG(50)	α-St(40)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,538	46,7	90	○	○
14	IMTM(50)	St (40)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,538	46,7	90	○	○
15	PETM(40)	St (50)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,547	40,3	90	○	○
16	2PETM (30)	St (60)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,556	38,3	90	○	○
17	IMTM(50)	α-St(40)	AN (10)	-	V-65(0,1)	HMPBT (0,1)	"	1,538	46,7	90	○	○

Tabelle 3

Bei- spiel	Polymerisierbares Monomer-Gemisch				Additiv (Gew.- Teile)	Aus- sehen	Brechungs- index	Abbe- Zahl	Gesamte Licht- durch- lässigkeit (%)	Bearbeit- barkeit beim Schneiden	Wärme- beständig- keit
	Polymeri- sierbares Monomer [I] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [II] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [III] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [IV] (Gew.- Teile)							
18	4EG(30) IMTM(10)	St (50)	AN (10)	-	HMPBT (0,1)	farblos transpa- rent	1,545	39,1	91	○	○
19	4EG(30) PETM(10)	St (50)	AN (10)	-	HMPBT (0,1)	"	1,546	38,9	91	○	○
20	4EG(30) 2PETM(10)	St (50)	AN (10)	-	HMPBT (0,1)	"	1,547	38,7	91	○	○
21	3EG(30) IMTM(10)	St (50)	AN (10)	-	HMPBT (0,1)	"	1,545	37,8	91	○	○
22	4EG(30) IMTM(10)	α-St(50)	AN (10)	-	HMPBT (0,1)	"	1,546	39,2	91	○	○
23	4EG(50)	St (30) α-St(10)	AN (10)	-	HMPBT (0,1)	"	1,542	44,0	91	○	○
24	4EG(40)	St (45)	AN (10)	ADC (5)	HMPBT (0,1)	"	1,546	46,7	91	○	○
25	4EG(40)	St (40)	AN (5)	PUNVA(15)	HMPBT (0,1)	"	1,543	43,0	91	○	○
26	4EG(50)	St (30) α-St(10)	AN (10)	-	HMPBT (0,1)	"	1,541	43,5	91	○	○



Tabelle 4

Bei- spiel	Polymerisierbares Monomer-Gemisch				Polymeri- sations- initiator  (Gew.- Teile)	Additiv  (Gew.- Teile)	Aus- sehen
	Polymeri- sierbares Monomer [I] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [II] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [III] (Gew.- Teile)	Polymeri- sierbares Monomer [IV] (Gew.- Teile)			
27	4EG(36) BG (9)	St (46)	AN (9)	-	LPO(0,2) BEH(0,3)	HMPBT (0,1) MMP (0,1)	gut
28	4EG(38) TMIM(5)	St (48)	AN (9)	-	"	"	"
29	4EG(40)	St (50)	AN (10)	-	"	"	"
30	4EG(40)	St (50)	AN (10)	-	LPO(0,2) V-60(0,2)	"	"
31	4EG(36) BG (9)	St (32) $\alpha$ -St(14)	AN (9)	-	LPO(0,2) BEH(0,3)	"	"
32	2EG(40)	St (50)	AN (10)	-	"	"	"
Vgl.- Bei- spiel	-	St (50)	AN (10)	EG (40)	"	"	"
6	-	St (60)	AN (40)	-	"	"	"
7	4EG(80)	-	AN (20)	-	"	"	"
8	2EG(50)	St (50)	-	-	"	"	"

- Fortsetzung folgt -

Tabelle 4 (Fortsetzung)

Bei- spiel	Diop- trien	Brechungs- index	Abbe- Zahl	Blei- stift- härte	Bearbeit- barkeit beim Schneiden	Wärme- bestän- dig	Färb- barkeit	Schlagfestig- keit (g x cm/mm)	spezifi- sche Dichte (g/cm <sup>3</sup> )
27	-3,0D	1,547	38,3	4H	○	○	○	225x127/1,03	1,14
28	-3,0D	1,549	39,3	3H	○	○	○	95x127/1,99	1,13
29	-3,0D	1,551	42,6	3H	○	○	○	95x100/1,60	1,14
30	-3,0D	1,551	42,6	3H	○	○	○	95x100/1,50	1,14
31	-3,0D	1,549	41,0	4H	○	○	○	95x80/1,54	1,13
32	-5,0D	1,550	41,5	3H	○	○	○	50x80/1,40	1,14
Vgl.- Bei- spiel	-3,0D	1,550	41,9	4H	○	○	○	16,2x80/1,60 (FDA nicht annehmbar)	1,14
6	-3,0D	1,560	36,0	2H	ge- schmolzen	ver- formt	nicht gefärbt	50x127/1,80	1,12
7	-3,0D	1,509	50,9	HB	○	ver- formt	un- gleich- mäßig gefärbt	95x127/1,80	1,13
8	-3,0D	1,545	44,5	3H	○	○	○	16,2x80/1,45 (FDA nicht annehmbar)	1,14

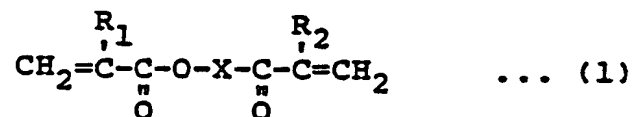
0 358 524

89 309 134.8

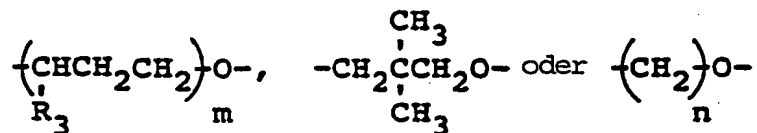
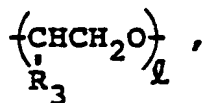
NIPPON SHOKUBAI KAGAKU KOGYO CO., LTD.

### Patentansprüche

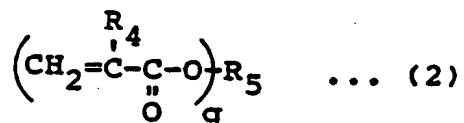
1. Optisches Material, das hergetellt worden ist aus einem Harz, erhältlich durch radikalisches Polymerisieren eines polymerisierbaren Monomergemisches, bestehend im wesentlichen aus [I] 5 bis 94,5 Gew.-% mindestens eines polymerisierbaren Monomers, ausgewählt aus polyfunktionellen (Meth)acrylaten, angegeben durch die Formeln (1) und (2)



wobei  $\text{R}_1$  und  $\text{R}_2$  unabhängig voneinander H oder  $\text{CH}_3$  bedeuten und X



ist, wobei  $\text{R}_3$  H,  $\text{CH}_3$  oder OH bedeutet,  $l$  und  $m$  ganze Zahlen von 2 bis 14 bedeuten und  $n$  eine ganze Zahl von 4 bis 14 ist, und



wobei  $\text{R}_4$  H oder  $\text{CH}_3$  bedeutet,  $\text{R}_5$  eine gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffgruppe mit einer Wertigkeit  $q$  bedeutet, die einen Ether, einen Alkohol oder einen Ester umfassen kann, und  $q$  eine ganze Zahl von 2 bis 6 ist,

[II] 5 bis 94,5 Gew.-% Styrol und/oder  $\alpha$ -Methylstyrol,  
[III] 0,5 bis 40 Gew.-% mindestens eines ungesättigten Nitrils  
und  
[IV] gegebenenfalls mindestens einem anderen radikalisch polymerisierbaren Monomer.

2. Optisches Material nach Anspruch 1, wobei das Monomer [IV] mindestens ein (Meth)acrylsäureester, ein (Meth)allylester, ein Allylcarbonat, ein Allylether, ein Epoxy(meth)acrylat, ein Polyester(meth)acrylat und/oder ein Urethan(meth)acrylat ist.

3. Optisches Material nach Anspruch 2, wobei ein (Meth)acrylsäureester in einer Menge von 1 bis 50 Gew.-% als polymerisierbares Monomer [IV] verwendet wird.

4. Optisches Material nach Anspruch 2, wobei ein (Meth)allylester, Allylcarbonat oder Allylether in einer Menge von 0,1 bis 30 Gew.-% als polymerisierbares Monomer [IV] verwendet wird.

5. Optisches Material nach Anspruch 2, wobei ein Epoxy(meth)acrylat, Polyester(meth)acrylat oder Urethan(meth)acrylat in einer Menge von 1 bis 50 Gew.-% als polymerisierbares Monomer [IV] verwendet wird.

6. Optisches Material nach einem der Ansprüche 1 bis 5 in Form einer Linse.